

	DIN IEC 61225 (VDE 0491-8)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE

ICS 27.120.20

Einsprüche bis 2017-12-27

Ersatz für
E DIN IEC 61225
(VDE 0491-8):2012-06

Entwurf

**Kernkraftwerke –
Leittechnische System und elektrische Stromversorgungssysteme –
Anforderungen an statische unterbrechungsfreie Gleich- und
Wechselstrom-Energieversorgungssysteme
(IEC 45A/1138/CD:2017)**

Nuclear power plants –
Instrumentation, control and electrical power systems –
Requirements for static uninterruptible DC and AC power supply systems
(IEC 45A/1138/CD:2017)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-10-27 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 65 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

	Inhalt	Seite
Nationales Vorwort.....		4
0	Einleitung	8
1	Anwendungsbereich	10
2	Normative Verweisungen	10
3	Begriffe	11
4	Abkürzungen	12
5	Systemanforderungen	12
5.1	Allgemeines	12
5.2	Funktion und Beschreibung.....	13
5.2.1	Einleitung	13
5.2.2	Kennzeichnungen.....	13
5.2.3	Gleichstromsysteme	14
5.2.4	Wechselstromsysteme	14
5.3	Systemdivisionen.....	14
5.4	Systemgrenzen.....	15
6	Anforderung an die Funktion statischer unterbrechungsfreier Stromversorgungen	15
6.1	Statische unterbrechungsfreie Stromversorgungen für sicherheitstechnisch wichtige Systeme.....	15
6.2	Batterien und Batterieladegeräte.....	16
6.3	Wechselrichter und Schalter zur Überbrückung des Wechselrichters	17
6.4	Unterbrechungsfreie Stromversorgung	18
6.5	Umformer, eingesetzt zur Spannungsstabilisierung.....	18
6.6	Leittechnikstromversorgung unter Anwendung von DC/DC- und AC/DC-Wandler	19
6.7	Auslegung zur Beherrschung von Alterungseffekten	19
7	Anforderung an Verteilersysteme.....	19
7.1	Eigenschaften der Systeme	19
7.2	Zuordnung der Verbraucher	20
7.3	Elektrische Gesichtspunkte	20
7.4	Erdung	21
8	Einfluss der Verbraucher auf die Qualität der Stromversorgung.....	21
8.1	Allgemeines	21
8.2	Elektromagnetische Verträglichkeit	21
8.3	Transienten.....	22
8.4	Verbraucherstrom.....	22
8.5	Sicherheitstechnisch wichtige und nicht sicherheitstechnisch wichtige Verbraucher	22

	Seite
9 Überwachung und Schutz	23
9.1 Allgemeines	23
9.2 Überwachung	23
9.3 Elektrischer Schutz	24
10 Qualifizierung von Gerät	24
11 Überprüfung	24
12 Wartung	25
Anhang A (informativ) Spezifikationsbeispiele	29
A.1 Beispiel 1: Spezifikation für eine Gleichstromversorgung von Gerät, das eine unterbrechungsfreie Stromversorgung benötigt.....	29
A.2 Beispiel 2: Spezifikation für eine Gleichstromversorgung von Gerät, das eine unterbrechungsfreie Stromversorgung benötigt.....	30
A.3 Beispiel 3: Spezifikation für eine Gleichstromversorgung von Gerät mit Gleichstromstellern	31
A.4 Mensch-Maschine-Programme	32
Anhang B (informativ) Beispiele von Eingangsspannungs-Änderungen	33
Literaturhinweise	34
Bilder	
Bild 1 – Systemgrenzen.....	26
Bild 2 – Eine Division eines unterbrechungsfreien Stromversorgungssystems	27
Bild 3 – Beispiel einer unterbrechungsfreien Leittechnik-Wechselstromversorgung	28
Bild B1 – Beispiel eine Spannungsänderung auf der WS-Seite des Stromversorgungssystems während der Abschaltung eines Fehlers auf der Übertragungsseite.....	33
Bild B2 – Beispiel EB Spannungsprofil nach der Abschaltung eines Verbrauchers (Übergang zur Eigenbedarfsstromversorgung).....	33
Bild B3 – Beispiel simulierter Sicherheitsschienen-Spannung, fehlen zweier Phasen in der 400 kV Leitung zum EB-Transformator	33

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 45A/1138/CD:2017 „Nuclear power plants – Instrumentation, control and electrical power systems – Requirements for static uninterruptible DC and AC power supply systems“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 45A „Instrumentation, control and electrical systems of nuclear facilities“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 967.1 „Elektro- und Leittechnik für kerntechnische Anlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Die Deutsche Fassung wurde in [Abschnitt 2](#) an den aktuellen Standardtext angepasst.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

In der Reihe VDE 0491 sind als Normen erschienen:

- **DIN EN 61226 (VDE 0491-1):2010-08**, *Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Kategorisierung leittechnischer Funktionen (IEC 61226:2009)*; Deutsche Fassung **EN 61226:2010**
- **DIN EN 61513 (VDE 0491-2):2013-09**, *Kernkraftwerke – Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Allgemeine Systemanforderungen (IEC 61513:2011)*; Deutsche Fassung **EN 61513:2013**
- **DIN EN 60987 (VDE 0491-3-1):2015-06**, *Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Anforderungen an die Hardwareauslegung rechnerbasierter Systeme (IEC 60987:2007 + A1:2013)*; Deutsche Fassung **EN 60987:2015**

- DIN EN 60880 (VDE 0491-3-2):2010-03, Kernkraftwerke – Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Softwareaspekte für rechnerbasierte Systeme zur Realisierung von Funktionen der Kategorie A (IEC 60880:2006); Deutsche Fassung EN 60880:2009
- DIN EN 62138 (VDE 0491-3-3):2010-03, Kernkraftwerke – Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Softwareaspekte für rechnerbasierte Systeme zur Realisierung von Funktionen der Kategorien B oder C (IEC 62138:2004); Deutsche Fassung EN 62138:2009
- DIN EN 61500 (VDE 0491-3-4):2011-12, Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Datenkommunikation (IEC 61500:2009); Deutsche Fassung EN 61500:2011
- DIN EN 62566 (VDE 0491-3-5):2015-02, Kernkraftwerke – Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Entwicklung HDL-programmierter integrierter Schaltkreise für Systeme, die Funktionen der Kategorie A ausführen (IEC 62566:2012); Deutsche Fassung EN 62566:2014
- DIN IEC 62117 (VDE 0491-4):2001-10, Kernkraftwerke – Druckwasserreaktoren – Überwachung ausreichender Kühlung des Kerns im abgeschalteten Zustand des Reaktors (IEC 62117:1999)
- DIN EN 61839 (VDE 0491-5):2015-01, Kernkraftwerke – Auslegung von Warten – Analyse und Zuordnung der Funktionen (IEC 61839:2000); Deutsche Fassung EN 61839:2014
- DIN EN 60964 (VDE 0491-5-1):2010-08, Kernkraftwerke – Warten – Auslegung (IEC 60964:2009); Deutsche Fassung EN 60964:2010
- DIN EN 62241 (VDE 0491-5-2):2015-06, Kernkraftwerke – Warte – Funktionen zur Meldung und Anzeige von Störungen (IEC 62241:2004); Deutsche Fassung EN 62241:2015
- DIN EN 61227 (VDE 0491-5-3):2016-11, Kernkraftwerke – Warten – Handbedienungen (IEC 61227:2008); Deutsche Fassung EN 61227:2016
- DIN EN 61772 (VDE 0491-5-4):2013-09, Kernkraftwerke – Warten – Anwendung von Sichtgeräten (IEC 61772:2009); Deutsche Fassung EN 61772:2013
- DIN EN 60965 (VDE 0491-5-5):2017-02, Kernkraftwerke – Warten – Notsteuerstellen für das Abfahren des Reaktors ohne Verbindung zur Hauptwarte (IEC 60965:2016); Deutsche Fassung EN 60965:2016
- DIN IEC 60568 (VDE 0491-6):2006-11, Kernkraftwerke – Instrumentierung mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Kerninstrumentierung zur Messung der Neutronenflussdichte in Leistungsreaktoren (IEC 60568:2006)
- DIN EN 60709 (VDE 0491-7):2010-12, Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Physikalische und elektrische Trennung (IEC 60709:2004); Deutsche Fassung EN 60709:2010
- DIN EN 62808 (VDE 0491-9-3):2017-02, Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Auslegung und Qualifizierung von Isolationseinrichtungen (IEC 62808:2015); Deutsche Fassung EN 62808:2016
- DIN EN 62340 (VDE 0491-10):2010-12, Kernkraftwerke – Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Anforderungen zur Beherrschung von Versagen aufgrund gemeinsamer Ursache (IEC 62340:2007); Deutsche Fassung EN 62340:2010
- DIN IEC/IEEE 60780-323 (VDE 0491-80):2016-12, Kerntechnische Anlagen – Elektrisches Gerät mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Qualifizierung (IEC/IEEE 60780-323:2016)
- DIN EN 60671 (VDE 0491-100):2011-12, Kernkraftwerke – Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Prüfungen zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit (IEC 60671:2007); Deutsche Fassung EN 60671:2011

Als Norm-Entwürfe liegen vor:

- E DIN IEC 61226 (VDE 0491-1):2015-08, Kernkraftwerke – Leittechnische und elektrische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Kategorisierung von Funktionen und Klassifizierung von Systemen (IEC 45A/1018/CD::2015)
- E DIN IEC 62138 (VDE 0491-3-3):2015-01, Kernkraftwerke – Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Softwareaspekte für rechnerbasierte Systeme zur Realisierung von Funktionen der Kategorien B oder C (IEC 45A/962/CD:2014)

- E DIN IEC 61500 (VDE 0491-3-4):2016-02, *Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Datenkommunikation in Systemen, die Funktionen der Kategorie A ausführen (IEC 45A/1044/CD:2015)*
- E DIN IEC 62988 (VDE 0491-3-6):2016-05, *Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Auswahl und Einsatz drahtloser Gerät (IEC 45A/1050/CD:2015)*
- E DIN IEC 62645 (VDE 0491-3-7):2013-04, *Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme – Anforderungen an die IT-Sicherheitsplanung für rechnerbasierte Systeme (IEC 45A/890/CDV:2012)*
- E DIN IEC 62859 (VDE 0491-3-8):2015-10, *Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme – Anforderungen bezüglich der Koordination von Sicherheit und Cyber-Security (IEC 45A/1014/CD:2015)*
- E DIN IEC 62566-2 (VDE 0491-3-9):2017-10, *Kernkraftwerke – Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Entwicklung HDL-programmierter integrierter Schaltkreise – Teil 2: HDL-programmierte integrierte Schaltkreise für Systeme, die Funktionen der Kategorie B oder C ausführen (IEC 45A/1155/CD:2017)*
- E DIN EN 60964/A1 (VDE 0491-5-1/A1):2016-07, *Kernkraftwerke – Warten – Auslegung (IEC 45A/1062/CD:2015)*
- E DIN IEC 62646 (VDE 0491-5-6):2011-09, *Kernkraftwerke – Warten – Rechnerunterstützte Prozeduren (IEC 45A/839/CDV:2011)*
- E DIN IEC 62954 (VDE 0491-5-7):2016-06, *Kernkraftwerke – Warten – Anforderungen für Notfall-Reaktionseinrichtungen (IEC 45A/1063/CD:2015)*
- E DIN IEC 60709 (VDE 0491-7):2016-05, *Kernkraftwerke – Elektrische und leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Physikalische und elektrische Trennung (IEC 45A/1046/CD:2015)*
- E DIN IEC 61225 (VDE 0491-8):2017-11, *Kernkraftwerke – Leittechnische System und elektrische Stromversorgungssysteme – Anforderungen an statische unterbrechungsfreie Gleich- und Wechselstrom-Energieversorgungssysteme (IEC 45A/1138/CD:2017)*
- E DIN IEC 62855 (VDE 0491-8-1):2014-11, *Kernkraftwerke – Elektrische Systeme – Analyse der Stromversorgung (IEC 45A/964/CD:2014)*
- E DIN IEC 60772 (VDE 0491-9-1):2014-11, *Kernkraftwerke – Sicherheitswichtige Instrumentierung – Elektrische Durchführungen für Sicherheitsbehälter (IEC 45A/966/CD:2014)*
- E DIN IEC 60744 (VDE 0491-9-2):2014-11, *Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Sicherheitslogikanordnungen: Merkmale und Testverfahren (IEC 45A/946/CD:2014)*
- E DIN EN 62808/A1 (VDE 0491-9-3/A1):2017-04, *Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Auslegung und Qualifizierung von Isolationseinrichtungen (IEC 45A/1093/Q:2016)*
- E DIN IEC 62887 (VDE 0491-9-4):2016-03, *Kernkraftwerke – Instrumentierung mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Druckmessumformer: Eigenschaften und Prüfverfahren (IEC 45A/1045/CD:2015)*
- E DIN IEC 62003 (VDE 0491-11):2016-05, *Kernkraftwerke – Elektro- und leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Anforderungen für die Prüfung der Elektromagnetischen Verträglichkeit (IEC 45A/1052/CD:2015)*
- E DIN IEC 62705 (VDE 0491-15):2015-02, *Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Strahlungsüberwachungssysteme: Eigenschaften und Lebenszyklus (IEC 62705:2014)*
- E DIN IEC 61504 (VDE 0491-16):2015-10, *Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Zentralisierte Systeme zur kontinuierlichen Strahlungs- und/oder Radioaktivitätsüberwachung (IEC 45A/1016/CD:2015)*
- E DIN IEC 61031 (VDE 0491-17):2017-02, *Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Auslegungs-, Anordnungs- und Anwendungskriterien für fest installierte Einrichtungen zur Umgebungsüberwachung der Gamma-Dosisleistung zum Einsatz in kerntechnischen Anlagen während Normalbetrieb und bei anzunehmenden betrieblichen Ereignissen (IEC 45A/1107/CD:2016)*
- E DIN IEC/IEEE 62582-1 (VDE 0491-21-1):2015-06, *Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Zustandsüberwachung elektrischer Geräte – Teil 1: Allgemeines (IEC/IEEE 62582-1:2011)*
- E DIN IEC/IEEE 62582-2 (VDE 0491-21-2):2015-08, *Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Zustandsüberwachung elektrischer Geräte – Teil 2: Eindringprüfung (IEC/IEEE 62582-2:2011)*

- E DIN IEC/IEEE 62582-3 (VDE 0491-21-3):2015-07, *Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Zustandsüberwachung elektrischer Geräte – Teil 3: Reißdehnung (IEC/IEEE 62582-3:2012)*
- E DIN IEC/IEEE 62582-4 (VDE 0491-21-4):2015-10, *Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Zustandsüberwachung elektrischer Geräte – Teil 4: Oxidation (IEC/IEEE 62582-4:2011)*
- E DIN IEC/IEEE 62582-5 (VDE 0491-21-5):2016-03, *Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Zustandsüberwachung elektrischer Geräte – Teil 5: Optische Zeitbereichsreflektometrie (IEC/IEEE 62582-5:2015)*
- E DIN IEC/IEEE 62582-6 (VDE 0491-21-6):2017-06, *Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Zustandsüberwachung elektrischer Geräte – Teil 6: Isolationswiderstand (IEC 45A/1131/CD:2017)*
- E DIN IEC 62765-1 (VDE 0491-22-1):2015-06, *Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Alterungsmanagement von Sensoren und Transmittern – Teil 1: Drucktransmitter (IEC 45A/1001/FDIS:2015)*
- E DIN IEC 62765-2 (VDE 0491-22-2):2016-07, *Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Alterungsmanagement von Sensoren und Transmittern – Teil 2: Temperaturfühler (IEC 45A/1061A/CD:2015)*

0 Einleitung

0.1 Technischer Hintergrund, hauptsächliche Themen und Organisation der Norm

Die 1993er Ausgabe der IEC 61225 wurde erstellt, um Anforderungen an die Auslegung der Stromversorgung leittechnischer Systeme in Kernkraftwerken zu spezifizieren. Unter Berücksichtigung der diesbezüglich weltweit gesammelten Erfahrung hat die Arbeitsgruppe A2 2003 eine Revision dieser Norm empfohlen damit sie (die revidierte Fassung), IEC 61225 Ed. 2 (2005), widerspruchsfrei in die SC 45A Normenserie integriert werden kann. 2015 empfahl die Arbeitsgruppe A11 eine Revision dieser Norm als Ergebnis der Veröffentlichung der revidierten IAEA SSG-34 und damit des Geltungsbereichs statischer unterbrechungsfreier Stromversorgungen für alle Typen angeschlossener Geräte.

Internationale Betriebserfahrung mit der elektrischen Stromversorgung in Kernkraftwerken haben gezeigt, dass es zu Schwankungen der Versorgungsspannung und Fehlfunktionen gekommen ist, wie zum Beispiel:

- Störung der Spannung des internen Wechselstrom-Netzes (mit interner oder externer Ursache);
- Überspannungsimpuls bei Verlust des einspeisenden Netzes;
- Ausfall einer oder zweier Phasen;
- Unsymmetrische Fehler der Stromversorgung.

Diese Störungsarten können den Betrieb statischer unterbrechungsfreier Stromversorgungen verschlechtern und letztlich Fehler im angeschlossenen Gerät verursachen.

Eines der Ziele der unterbrechungsfreien Stromversorgung ist es, die angeschlossenen Verbraucher vor Spannungsschwankungen auf den Eigenbedarfs-Wechselstromverteilungen zu schützen (Immunitätskonzept). Die unterbrechungsfreien Stromversorgungen haben außerdem eine Speisespannung spezifizierter Amplitude und Wellenform (im Falle von Wechselspannung) für die angeschlossenen Verbraucher sicherzustellen. Die unterbrechungsfreien Stromversorgungen müssen in der Lage sein, die relevanten Verbraucher während der spezifizierten Dauer und unabhängig von jedweder Schwankung der normalen Eigenbedarfs-Wechselspannung sicher mit Strom zu versorgen.

Beispiele von Spezifikationen für statische unterbrechungsfreie Stromversorgungen können [Anhang A](#) entnommen werden. Beispiele von Spannungs- und Frequenzänderungen enthalten [Anhang B](#).

Diese Norm ist anwendbar bei der Auslegung statischer unterbrechungsfreier elektrischer Stromversorgungen in Kernkraftwerken nachdem die Arbeit der Auslegung initiiert und die Norm veröffentlicht worden ist. Sie dient ebenso als Referenz für Nachrüstungen und Modernisierung vorhandener Kernkraftwerke.

0.2 Einordnung der vorliegenden Norm in die Struktur der Normen des IEC/SC 45A

IEC 61225 ist ein Dokument der zweiten Ebene in dem spezifisch das Thema Anforderungen an elektrische Versorgungen angesprochen wird.

Weitere Details der Struktur der Normen des IEC/SC 45A können [Abschnitt 0.4](#) entnommen werden.

0.3 Empfehlungen und Einschränkungen der Anwendung dieser Norm

Diese Norm ist anzuwenden im Zusammenhang mit den Normen [IEC 61513](#), [IEC 60709](#), [IEC 60880](#), [IEC 62138](#), [IEC 62855](#) und [IEC 63046](#) (noch zu veröffentlichen).

0.4 Beschreibung der Struktur der Normen des SC 45A und deren Beziehungen zu anderen IEC Dokumenten und Dokumenten anderer Organisationen (IAEA, ISO)^{N1)}

Die Normen der obersten Ebene der IEC SC 45A Normenserie, sind die Norm **IEC 61513** und IEC 63046. **IEC 61513** enthält allgemeine Anforderungen an leittechnische Systeme und Geräte, die zur Ausführung sicherheitstechnisch wichtiger Funktionen in Kernkraftwerken genutzt werden. IEC 63046 enthält allgemeine Anforderungen an Stromversorgungssysteme von Kernkraftwerken; zusätzlich zu den allgemeinen Anforderungen an Stromversorgungssysteme werden auch Anforderungen an Stromversorgungssysteme sicherheitstechnisch wichtiger Leittechnikeinrichtungen angesprochen. **IEC 61513** und IEC 63046 strukturieren die IEC Normenserie, indem sie durch die Bestimmung allgemeiner Anforderungen an leittechnische Einrichtungen und elektrische Systeme von Kernkraftwerken einen umfassenden Rahmen bilden.

IEC 61513 und IEC 63046 beziehen sich direkt auf andere Normen des IEC SC 45A in denen allgemeine Themen wie die Kategorisierung von Funktionen und die Klassifizierung von Systemen, Qualifizierung, Separierung, Schutz vor Fehlern gemeinsamer Ursache, Auslegung von Warten, Elektromagnetische Verträglichkeit, Schutz Leittechnischer Einrichtungen (Cybersecurity), Software- und Hardwareaspekte programmierbarer digitaler Systeme, Zusammenspiel von Sicherheits- und Schutzanforderungen und Alterungsmanagement behandelt werden. Die Normen, auf die auf dieser Ebene direkt verwiesen wird, sollten gemeinsam mit den Normen **IEC 61513** und IEC 63046 als einheitlicher Satz von Dokumenten betrachtet werden.

Eine dritte Ebene der Normen des IEC/SC 45A, auf die in **IEC 61513** oder IEC 63046 nicht direkt verwiesen wird, bilden Normen mit Bezug auf spezielles Gerät, technische Methoden oder spezifische Handlungen. Es sind dies typischerweise Dokumente, die sich auf Normen der zweiten Ebene bezüglich allgemeiner Themen beziehen, sie können jeweils eigenständig angewendet werden. Eine vierte Ebene erweitert die Serie der Normen des IEC/SC 45A durch Technische Berichte, die aber nicht normativ sind.

Für **IEC 61513** und IEC 63046 wird ein Darstellungsformat verwendet, das dem der Basis-Sicherheitsnorm IEC 61508 angepasst wurde, mit einem übergeordneten Lebenszyklusrahmen und einem System-Lebenszyklus-Rahmen entsprechend kerntechnischer Sicherheit. **IEC 61513** und IEC 63046 liefern die Interpretation der allgemeinen Anforderungen der **IEC 61508-1**, **IEC 61508-2**, **IEC 61508-4** für den Bereich kerntechnischer Anwendungen. In diesem Zusammenhang entsprechen **IEC 60880**, **IEC 62138** und **IEC 62566** der **IEC 61508-3** für Anwendungen im kerntechnischen Bereich. **IEC 61513** und IEC 63046 beziehen sich sowohl auf ISO als auch auf IAEA GS-R-3 und IAEA GS-R-3.1 und IAEA GS-R-3.5 bezieht sich auf Themen der Qualitätssicherung (QA). Auf Ebene 2, ist die IEC 62645 bezüglich der kerntechnischen Sicherheit, das Eingangsdokument zu den IEC/SC45A Sicherheitsnormen. Sie baut auf die gültigen hochgradigen Prinzipien und die entscheidenden Konzepte allgemeiner Sicherheitsstandards auf, insbesondere ISO/IEC 27001 und 27002; sie passt sie an und ergänzt sie passend zum kerntechnischen Kontext und stellt den Zusammenhang mit der IEC 62443 Normenserie her. Auf der Ebene 2, ist die **IEC 60964** bezüglich der Kraftwerkswarten, das Eingangsdokument für die IEC/SC45A Warten-Normen und IEC 62342 ist das Eingangsdokument für die IEC/SC45A Alterungsmanagement Normen.

ANMERKUNG Der IEC/SC45A-Anwendungsbereich wurde in 2013 erweitert, um auch elektrische Systeme abzudecken. In 2014 und 2015 wurde in IEC/SC45A diskutiert, um zu entscheiden, wie und wo allgemeine Anforderungen an die Auslegung elektrischer Systeme behandelt werden sollen. IEC/SC45A-Fachleute haben empfohlen, eine unabhängige Norm gleicher Ebene wie die **IEC 61513** zu entwickeln, die allgemeine Anforderungen an elektrische Systeme bestimmt. Das Projekt IEC 63046 wurde nun zu diesem Zweck gestartet. Nach der Veröffentlichung des Projekts IEC 63046 wird diese ANMERKUNG der Vorstellung des neuen Projekts entfallen.

Die SC 45A Normenserien führen im Detail die Prinzipien und die Basis-Sicherheitsanforderungen aus, die in dem „IAEA Code on the safety of nuclear power plants“ und in den „IAEA safety series“, insbesondere SSR-2/1 und die „Safety Guides SSG-34 und SSG-39“. Die in SC 45A-Normen verwendete Terminologie und die Definitionen sind in Übereinstimmung mit der IAEA.

Diese Norm bestimmt die Art und Weise der Anwendung der IAEA Safety Guide SSG-34 und SSG-39 in ihren relevanten Teilen.

^{N1)} Nationale Fußnote: Es wird darauf hingewiesen, dass bei der Überarbeitung der **IEC 61513** in den Normen der zweiten Ebene aus historischen Gründen noch enthaltene prinzipielle Systemaspekte und Systemanforderungen in die **IEC 61513** eingegliedert werden sollen. Dies betrifft auch die vorliegende Norm.

**Kernkraftwerke –
Leittechnische System und elektrische Stromversorgungssysteme –
Anforderungen an statische unterbrechungsfreie Gleich- und Wechselstrom-
Energieversorgungssysteme**

1 Anwendungsbereich

Diese internationale Norm spezifiziert Anforderungen an Betriebsweise und funktionale Eigenschaften statischer unterbrechungsfreier Niederspannungsstromversorgungssysteme in Kernkraftwerken.

Die speziellen Auslegungsanforderungen an Komponenten der elektrischen Energieversorgung sind durch IEC-Normen und Normen die referenziert werden abgedeckt. Normen, die weder im Text noch in der Referenzliste genannt werden, gehören nicht zum Anwendungsbereich dieser Norm.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 50272-2, *Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 2: Stationary batteries*

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 60146-2, *Semiconductor converters – Part 2: Self-commutated semiconductor converters including direct d.c. converters*

IEC 60364-4-41, *Low voltage electrical installations – Part 4.41: Protection for safety – Protection against electrical shock*

IEC 60686, *Stabilized power supplies, a.c. output*

IEC 60709, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Separation*

IEC 60780, *Nuclear power plants – Electrical equipment of the safety system – Qualification*

IEC 60880, *Software for computers in the safety of nuclear power plants*

IEC 60964, *Nuclear power plants – Control rooms – Design*

IEC 60980, *recommended practices for seismic qualification of electrical equipment of the safety system for nuclear generating stations*

IEC 61000 (alle Teile), *Electromagnetic compatibility (EMC)*

IEC 61226, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety Classification of instrumentation and control functions*

IEC 61513, *Nuclear power plants – Instrumentation and control for systems important to safety – General requirements for systems*

IEC 62003, *Nuclear power plants – Instrumentation and control important to safety – Requirements for electromagnetic compatibility testing*

IEC 62040 (alle Teile), *Uninterruptible power systems (UPS)*

IEC 62138, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Software aspects for computer-based systems performing category B or C functions*

IEC 62855, *Nuclear Power Plants – Electrical Systems – Electrical Power System Analysis*

3 Begriffe^{N2)}

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe. Andere Begriffe, die nicht im Folgenden definiert sind, können ggf. den IAEA Safety Guides SSG-34 und SSG-39 entnommen werden.

3.1

Versagen auslösendes Ereignis

AOO

(en: anticipated operational occurrence)

betrieblicher Prozess, der von seinem normalen Verlauf abweicht, von dem erwartet wird, dass er mindestens einmal während der Betriebsdauer einer Anlage auftritt, dass es aber aufgrund geeigneter Auslegungsmaßnahmen weder zu signifikanten Schädigung von sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen führt noch zu Bedingungen schwerer Störfälle

[QUELLE: IAEA Sicherheitsglossar, Ausgabe 2007]

3.2

Batterieladegerät

(en: battery charger)

ein Batterieladegerät ist ein elektrisches Gerät mit dem Wechselstrom in Gleichstrom umgewandelt wird, um damit Batterien laden zu können und um elektrische Energie für Gleichstromverbraucher während des normalen Betriebs zur Verfügung zu stellen

[QUELLE: IEEE 964]

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Batterieladegerät trennt den Gleichstromausgang vom Wechselstromeingang und enthält Regel- und Überwachungseinrichtungen.

3.3

Diversität

(en: diversity)

Vorhandensein von zwei oder mehr redundanten Systemen oder Komponenten, um die gleiche Funktion auszuführen, wobei die redundanten Systeme oder Komponenten unterschiedliche Eigenschaften haben, um die Wahrscheinlichkeit von Fehlern gemeinsamer Ursache einschließlich Fehler gleicher Art zu reduzieren

[QUELLE: IAEA Sicherheitsglossar, Ausgabe 2007]

3.4

Division

(en: division)

Bezeichnung eines gegebenen Systems oder einer Gruppe von Geräten, die es ermöglicht physikalisch, elektrisch und funktional unabhängige, redundante Gruppen von Geräten zu betreiben und zu warten

[QUELLE: IEEE 384]

3.5

Redundanz

(en: redundancy)

Vorhandensein alternativer (gleichartiger oder diverser) Strukturen, Systeme oder Komponenten (SSK), um sicherzustellen, dass eine SSK-Gruppe die erforderliche Funktion unabhängig vom Betriebszustand oder Fehler jedweder alternativen SSK-Gruppe ausführen kann

[QUELLE: IAEA Sicherheitsglossar, Ausgabe 2007]

^{N2)} Nationale Fußnote: Nach IEC 61513 wird ein „System, das Funktionen der Kategorie A ausführt“ als „Klasse-1-System“ bezeichnet, da das betreffende System ggf. neben der Kategorie-A-Funktion auch Funktionen niedrigerer Kategorien ausführen kann (siehe Anhang B und Anhang C von DIN IEC 61513 (VDE 0491-2):2002-10)).

Gleiches gilt für „Klasse-2-System“, wenn Funktionen der Kategorie B und ggf. niedriger auszuführen sind, „Klasse-3-System“, wenn Funktionen der Kategorie C und ggf. niedriger auszuführen sind; sinngemäß auch für -Geräte, -Schaltungen, -Kabel, -Signale usw.

3.6

Sicherheitssystem

(en: safety system)

sicherheitswichtiges System, vorhanden um die sichere Abschaltung des Reaktors, die Nachwärmeabfuhr aus dem Kern oder die Folgen eines Auslegungsstörfalls zu beherrschen

[QUELLE: IAEA Sicherheitsglossar, Ausgabe 2007]

3.7

sicherheitsrelevantes System

(en: safety-related system)

sicherheitsrelevantes System, das nicht Teil eines Sicherheitssystems ist

[QUELLE: IAEA Sicherheitsglossar, Ausgabe 2007]

3.8

Totalausfall der Wechselstromversorgung eines Kraftwerks

SBO

(en: station black out)

Zustand des Kraftwerks, bei komplettem Ausfall der gesamten Wechselstromversorgung vom Netz, vom Kraftwerksgenerator und von den eigenen Notstrom-Dieselgeneratoren

[QUELLE: IAEA SSG-34]

Anmerkung 1 zum Begriff: Unterbrechungsfreie Gleich- und Wechselstromversorgungen können noch solange verfügbar sein, bis ihre Batterien entladen sind.

Anmerkung 2 zum Begriff: Alternative Wechselstromversorgungen nach IAEA SG-34 sind verfügbar.

4 Abkürzungen

AC	Wechselstrom (WS)	(en: alternating current)
	In vorliegender Norm wird nicht zwischen Wechsel- und Drehstrom (DS) unterschieden.	
AOO	Versagen auslösendes Ereignis	(en: anticipated operational occurrence)
CCF	Fehler gemeinsamer Ursache	(en: common cause failure)
DC	Gleichstrom (GS)	(en: direct current)
EMC	elektromagnetische Verträglichkeit	(en: electromagnetic compatibility)
I&C	Leittechnik	(en: instrumentation and control)
IGBT	Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode	(en: insulated-gate bipolar transistor)
NPP	Kernkraftwerk (KKW)	(en: nuclear power plant)
SBO	Totalausfall der Wechselstromversorgung im KKW	(en: station blackout)
SSC	Strukturen, Systeme und Komponenten	(en: structures, systems and components)
SUPS	statische unterbrechungsfreie Stromversorgung	(en: static uninterruptible power supply)
UPS	unterbrechungsfreie Stromversorgung	(en: uninterruptible power supply)

5 Systemanforderungen

5.1 Allgemeines

Diese Norm definiert Anforderungen an Zuverlässigkeit und Stabilität statischer unterbrechungsfreier Stromversorgungen in Kernkraftwerken (KKW). Auch wenn höhere Anforderungen an Stromversorgungen von Sicherheitssystemen gestellt werden und mehr Nachweise an die Sicherheit erforderlich sind, tragen die gesamten Systeme innerhalb und außerhalb des Kraftwerks zur Verfügbarkeit und Stabilität der Stromver-

sorgungssysteme des Kernkraftwerks bei. Es empfiehlt sich daher, dieselben Anforderungen an statische unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme unabhängig von ihrer Sicherheitsklasse, mit abgestuften Anforderungen an Nachweisführung und Bewertungen, zu stellen.

Stabile Stromversorgungssysteme sollten über ausreichende Sicherheitsbeiwerte verfügen und ausreichend sicher ausgelegt sein, um sicherzustellen, dass die:

- Gerätenennwerte, Eigenschaften und Leistungsvermögen, die erforderlich sind, um die beabsichtigten Funktionen auszuführen und unter allen zu unterstellenden Betriebsbedingungen nicht überschritten werden;
- Geräteschutzsollwerte derart ausgewählt sind, dass sie an die zu erwartenden Störungen in der elektrischen Stromversorgung des Kernkraftwerks unter allen Betriebsbedingungen angepasst sind;
- Gerät die Leistung hat und geeignet ist die Funktionen des Notstrombetriebs auszuführen.

Die Auslegung der Stromversorgungseinrichtungen hat Transienten, dynamische und quasi-stationäre Änderungen der Spannung und der Frequenz (in allen Fällen der Wechselstromversorgung), Unterbrechungen der Energieversorgung (oder Spannungs-/Frequenzabsenkungen, die zulässige dynamische Abweichungsbereiche überschreiten) mit Dauern von Millisekunden bis zu SBO-Bedingungen, ebenso wie unsymmetrische Zustände zu berücksichtigen.

5.2 Funktion und Beschreibung

5.2.1 Einleitung

Die statische unterbrechungsfreie Stromversorgung hat alle angeschlossenen Verbraucher kontinuierlich und unterbrechungsfrei innerhalb der spezifizierten Toleranzen von Spannung, Wellenform und Frequenz (für Wechselstromsysteme), unter allen Eingangsbedingungen zu versorgen.

Die statische unterbrechungsfreie Stromversorgung besteht grundsätzlich aus einem oder beiden der folgenden Systeme (siehe Bild 1):

- ein Gleichstromsystem mit Ladegleichrichtern und Batterien, die den Strom liefern;
- ein Wechselstromsystem mit Batterieladegleichrichtern und angeschlossener Batterie, Schalter und Wechselrichtern, die die unterbrechungsfreie Wechselspannung liefern.

Bei gewissen Auslegungen könnten Ladegleichrichter und Batterien gemeinsam in Wechselstrom- und Gleichstromversorgungssystemen eingesetzt werden.

Die Funktionen und die Klassifizierung der Energieversorgungen sollten entsprechend dem Klassifizierungssystem des Kernkraftwerks gekennzeichnet werden. Grundsätzlich sollte die Klassifizierung, wie in 7.2 erwähnt, auf der höchsten Klasse der jeweils zu versorgenden Verbraucher beruhen.

Beschränkungen bei der Stromversorgung von Verbrauchern unterschiedlicher Klassifikation, werden in 8.5 behandelt.

5.2.2 Kennzeichnungen

Die statische unterbrechungsfreie Stromversorgung wird grundsätzlich über einen Niederspannungsabzweig einer Wechselstromschiene versorgt, die normalerweise Teil der elektrischen Sicherheitsstromversorgungsschienen ist.¹⁾

Die statische unterbrechungsfreie Stromversorgung verwendet eine Anordnung von Ladegleichrichter/Batterie oder Batterieladegleichrichter/Batterie/Wechselrichter mit einem Einspeiseschalter, der mit dem Verteilungssystem verbunden ist. (Siehe Bild 1.)

¹⁾ Siehe Bilder in IAEA SSG-34, *Design of Electrical Systems for Nuclear Power Plants*.

5.2.3 Gleichstromsysteme

Jede Division einer unterbrechungsfreien Gleichstromversorgung hat mindestens zu bestehen aus:

- einer Batterie,
- einem Ladegleichrichter und
- einer Verteilung.

Um die Verfügbarkeit und Widerstandsfähigkeit der Division zu erhöhen, aber auch für mehr Flexibilität bei Wartungsarbeiten, kann eine gewisse interne Redundanz in jeder Division sinnvoll sein.

Das Gleichstromversorgungssystem hat die Gleichstromverbraucher während des Normalbetriebs (auch bei abgeschaltetem Kraftwerk), bei Versagen auslösenden Ereignissen und unter Störfallbedingungen zu versorgen.

Das Gleichstromversorgungssystem hat die Gleichstromverbraucher, im Falle des Ausfalls der Einspeisung in das Gleichstromversorgungssystem, über eine definierte minimale Dauer und ohne Störungen der Ausgangsspannung die die definierten Toleranzen überschreiten, zu versorgen.

5.2.4 Wechselstromsysteme

Jede Division einer unterbrechungsfreien Wechselstromversorgung hat mindestens zu bestehen aus:

- einer Stromversorgung aus einem Gleichstromsystem über einen Wechselrichter;
- alternativ einer Stromversorgung aus einer nicht unterbrechungsfreien Wechselstromschiene, einem zugeordneten Ladegleichrichter, einer Batterie und ein Wechselrichter;
- einer Verteilung.

Um die Verfügbarkeit zu erhöhen, wird eine Ergänzungsstromversorgung (en: backup power supply) von einer nicht unterbrechungsfreien Wechselstromschiene und einer automatischen Umschalteneinrichtung zwischen der Energieversorgung vom Wechselrichter und der ergänzenden Stromversorgung mit minimaler Umschaltzeit empfohlen.

Um die Verfügbarkeit und Widerstandsfähigkeit der Division zu erhöhen, aber auch für mehr Flexibilität bei Wartungsarbeiten, kann eine interne Redundanz sinnvoll sein. Die Anzahl der Redundanzen wird in 5.3 behandelt.

Das Wechselstromversorgungssystem hat die Wechselstromverbraucher während des Normalbetriebs (auch bei abgeschaltetem Kraftwerk), bei Versagen auslösenden Ereignissen und unter Störfallbedingungen zu versorgen.

Das Wechselstromversorgungssystem hat die Wechselstromverbraucher im Falle des Ausfalls der Einspeisung in das Wechselstromversorgungssystem, über eine definierte minimale Dauer und ohne Störungen der Ausgangsspannung, die die definierten Toleranzen überschreiten, zu versorgen.

Wegen der hohen Zuverlässigkeit von Gleichstromsystemen sollte erwogen werden, ein Sicherheitsleittechnik-System nicht nur von einem Wechselstromsystem zu versorgen. Soweit möglich, sollte eine Kombination aus Gleich- und Wechselstromversorgung verwendet werden, um die Folgen eines unterstellten Fehlers gemeinsamer Ursache zu minimieren. Sind lediglich Gleichstromverbraucher gegeben, sollte der Gebrauch einer Gleichstromversorgung die bevorzugte Lösung sein. Eine solche Lösung reduziert eine Fehlerquelle.

5.3 Systemdivisionen

Das Gleichstromversorgungssystem und das Wechselstromversorgungssystem sind in redundante und unabhängige Divisionen aufzuteilen. Sicherheitstechnisch wichtige Verbraucher sind von mindestens einer zugeordneten Stromversorgung jeder Division zu versorgen, um eine physikalische und funktionale Trennung zu gewährleisten. Die erforderliche Anzahl redundanter Stromversorgungen hängen von der Auslegung des Reaktorschutzsystems und der Anzahl der Redundanzen in der Auslegung des Kernkraftwerks ab.

Die Stromversorgungen sicherheitstechnisch wichtiger Verbraucher, abgedeckt durch diese Norm, haben in Übereinstimmung mit dem Einzelfehlerkriterium, beschrieben in IEC 61513, zu sein und mit den Anforderungen an Trennung und Fehlertoleranz, beschrieben in IEC 60709.

ANMERKUNG In Übereinstimmung mit IAEA SSR-2/1, ist es das gesamte Sicherheitssystem, das das Einzelfehlerkriterium einzuhalten hat und nicht ein einzelnes System oder Systemteil.

Die funktionale Diversität von Wechselstrom- und Gleichstromsystemen sollte für die Stromversorgung leittechnischer Einrichtungen berücksichtigt werden, um die Verfügbarkeit der gesamten Energieversorgung zu verbessern. Die Grundsätze der Unabhängigkeit und der Diversität sind anzuwenden, um gegen denkbare Fehler gemeinsamer Ursache zu schützen, ausgehend von:

- einem Gerät selber,
- einer Schaltspannungsspitze,
- einer Spannungs- und/oder Frequenzabweichung,

welche redundanten Teile der Stromversorgung beeinträchtigen können. Beispiele solcher Ereignisse können [Anhang B](#) entnommen werden.

Die Möglichkeit eines Fehlers gemeinsamer Ursache ist in der Auslegung, bei der Wartung, bei Tests und beim Betrieb eines Systems zu berücksichtigen.

5.4 Systemgrenzen

Der Geltungsbereich dieser Norm umfasst das Stromversorgungssystem von den Ausgangsklemmen des Leistungsschalters, die zur Batterie führen bis zu den Eingangsklemmen des Leistungsschalters jedes einzelnen Verbrauchers (siehe [Bild 1](#)).

Innerhalb der oben genannten Grenzen kann jedes System aus Gerät bestehen, wie Transformatoren, Umformer, Batterieladegeräten, Wechselrichtern, Kabeln, Trenneinrichtungen, Verteilungen, Umschalter, zentrale und lokale Batterien, wie auch Schalt-, Überwachungs- und Schutzgerät.

Falls erforderlich, darf ein nicht sicherheitstechnisch wichtiger Verbraucher innerhalb derselben Division von derselben Sammelschiene versorgt werden, die sicherheitstechnisch wichtige Verbraucher versorgt, soweit die in 8.5 beschriebenen Maßnahmen eingehalten werden.

6 Anforderung an die Funktion statischer unterbrechungsfreier Stromversorgungen

6.1 Statische unterbrechungsfreie Stromversorgungen für sicherheitstechnisch wichtige Systeme

Die statische unterbrechungsfreie Stromversorgung kann in ihrem Eingangsbereich von elektrischen Störungen betroffen werden. Diese Transienten sollten bestimmt und beherrscht werden. Dazu sind Schutz Einrichtungen vorzusehen, um Störungen zu verhindern, die über die zulässigen Grenzen hinausgehen und damit den Stromausgang und die Systemspannung der Verteilung (oder die Frequenz, soweit relevant). Die Auslegung der unterbrechungsfreien Stromversorgung hat sicherzustellen, dass das zu versorgende Gerät von diesen Störungen und Abweichungen abgeschirmt ist.

Die Versorgungsspannung des Geräts (ob Wechsel- oder Gleichspannung) hat innerhalb der spezifizierten Grenzen zu bleiben, wenn die Spannung der Einspeisung zunächst unterbrochen und dann wiederhergestellt wurde. Die Verbraucher sollten auf ihre Toleranz gegenüber kurzen Unterbrechungen der Stromversorgung durch den Betrieb von Umschalt einrichtungen bewertet werden.

Die Auslegung der unterbrechungsfreien Stromversorgung hat sicherzustellen, dass Unterbrechungen und Störungen der Spannung am Eingangsschalter, das angeschlossene Gerät nicht in seiner Sicherheitsfunktion beeinflusst.

Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit sind zu berücksichtigen und eine ausreichende Unempfindlichkeit ist nachzuweisen. Komponenten, die in der Versorgung statischer unterbrechungsfreier Stromversorgungssysteme eingesetzt sind, sollten mit den Anforderungen zur Störungsunempfindlichkeit, gegeben in IEC 62003, übereinstimmen.

ANMERKUNG 1 Der EMV-Basisstandard für statische unterbrechungsfreie Stromversorgungen (siehe 6.4) ist IEC 62040 im Zusammenhang mit IEC 61000-6-2 und IEC 61000-6-4.

Eine angemessene Auslegung der Software, ihre Kategorisierung, Verifikation und Validierung ist vorzulegen, um jeden Softwarefehler oder Fehler gemeinsamer Ursache in digitalem Gerät, eingesetzt in Regelungen und Überwachungen unterbrechungsfreier Stromversorgungen zu vermeiden.

Falls berechtigt, kann eine diversitäre Auslegung der Hard- und Software gefordert werden. Richtlinien für eine geeignete Auslegung der Software, ihrer Kategorisierung, Validierung und Verifikation sind in den Normen IEC 61226, IEC 62138 und IEC 60880 enthalten.

ANMERKUNG 2 Es ist möglich SIL3-klassifizierte Geräte entsprechend IEC 61508 einzusetzen, wenn zusätzlich die Hardware getestet wird und Betriebserfahrung gegeben ist.

6.2 Batterien und Batterieladegeräte

Um eine unterbrechungsfreie Gleichstromversorgung aufrechtzuerhalten, haben Batterie und Ladegleichrichter immer mit ihren zugeordneten Sammelschienen verbunden zu sein. Die Batterie- und die Gleichrichterkapazität haben ausreichend zu sein, die angeschlossenen Verbraucher zu versorgen (einschließlich Transienten und intermittierender Lasten) und die Versorgung über die spezifizierte minimale Zeit aufrecht zu halten.

Der Ladegleichrichter hat ausreichende Kapazität zu haben um:

- die Batterie vom entladenen Zustand zum Zustand des Ladeerhaltungsbetriebs, unter Berücksichtigung des zulässigen Spannungsbereichs der Verbraucher, innerhalb der zulässigen Zeit – die kraftwerksspezifisch zu definieren ist – wieder aufzuladen;
- gleichzeitig den maximal postulierten Strom aller angeschlossenen Verbraucher nach einem vorangegangenen Verlust der normalen Stromversorgung erzeugen zu können.

ANMERKUNG 1 Wenn eine Schnellladung der Batterie vorgesehen ist, sind die Folgen der erhöhten Spannung für die angeschlossenen Verbraucher zu untersuchen.

Für jedes Batterieladegerät sind ausreichende Trenneinrichtungen in den Wechsel- und Gleichspannungskreisen vorzusehen, die es gestatten, die Verbindungen des Batterieladegerätes zu trennen.

Die Batterien jeder redundanten Stromversorgung sind in getrennten Räumen mit eigenen Überwachungseinrichtung und ausreichender Belüftung zu installieren.

ANMERKUNG 2 IEC 50272-2 enthält Informationen über Sicherheitsanforderungen für Batterieanordnungen, um Wasserstoffgas-Erzeugung zu beherrschen.

ANMERKUNG 3 Jedes Belüftungssystem ist von der selben Division des Stromversorgungssystems zu versorgen der auch die Batterie zugeordnet ist.

Jede Batterie ist mit ausreichenden Trenneinrichtungen zu versehen, die es gestatten sie vom Batterieladegerät und der Gleichspannungsschiene zu trennen und um Kapazitätstest ausführen zu können.

Bei der Bemessung der Kapazität der Batterien und der Ladegleichrichter des Gleichstromsystems, sind zu beachten:

- Sicherheitszuschläge in der Auslegung,
- Temperatureffekte und
- Schwächung der Komponenten durch Alterung.

Die Kapazität der Batterie ist so zu bemessen, dass alle geforderten Lasten und Betriebsbedingungen, während der geforderten Zeit, in allen Betriebszuständen des Kraftwerks, ohne Betrieb der Batterieladegeräte, beherrscht werden.

Betriebsbedingungen schließen ein, sind jedoch nicht begrenzt auf:

- Betriebszyklen;
- elektrische Transienten während normaler Betriebsbedingungen;
- Auslegungsstörfall-Bedingungen;
- Ausfall der Wechselstromversorgung.

ANMERKUNG 4 IEC 62855 enthält zusätzliche Informationen über Lastfluss-Studien.

Batterien und Batterieladegeräte sind so zu betreiben, dass die Batterie ständig im geladenen Zustand gehalten wird. Die Batterie liefert nur dann Strom zu den Verbrauchern, wenn eine Versorgung über das Batterieladegerät nicht verfügbar ist. Das Batterieladegerät sollte in der Lage sein die Spannung konstant zu halten und Verbraucher, die ständig und solche die nur kurzzeitig versorgt werden ohne dass eine Batterie angeschlossen ist (ein Betrieb in diesem Zustand wird normalerweise nicht erwartet).²⁾ Die Batterien und die Ladegleichrichter sind für die gleichen Umgebungsbedingungen zu qualifizieren, für die die angeschlossenen Verbraucher ebenfalls qualifiziert sind, um die Folgen eines Auslegungsstörfalls beherrschen zu können.

Beispiele einer Spezifikation für Batterien und Batterieladegeräte können [Anhang A](#) entnommen werden.

Mögliche Betriebsarten und die Kapazität des Geräts im Falle, dass Batterie oder Ladegleichrichter wegen eines Fehlers nicht betrieben werden können sind ebenfalls zu berücksichtigen.

Lokale Stromversorgungseinrichtungen, zum Beispiel solche, die ein einzelnes Instrument oder einen Steuerschrank versorgen, haben ebenfalls die Forderungen zutreffender Abschnitte dieser Norm einzuhalten.

6.3 Wechselrichter und Schalter zur Überbrückung des Wechselrichters

Unterbrechungsfreie Wechselstromversorgung ist vorzusehen um Gerät mit Strom zu versorgen, das eine unterbrechungsfreie Stromversorgung erfordert. Unterbrechungsfreie Wechselstromversorgung hat ausreichende Leistung zu haben, um die angeschlossenen Verbraucher auch im Falle von Transienten und intermittierender Zuschaltung versorgen zu können.

Die unterbrechungsfreie Wechselstromversorgung hat aus folgenden Teilen zu bestehen:

- einen Wechselstrom-Eingangsschalter;
- ein Batterieladegerät;
- eine Batterie als Energiespeicher;
- einen Wechselrichter;
- einen Wechselstrom-Ausgangsschalter;
- einen Stromversorgungs-Parallelpfad, der automatisch auf eine Ersatz-Wechselstromversorgung zugeschaltet werden kann (siehe unten).

²⁾ Dies ist keine zulässige Betriebsweise. Die Fähigkeit eines Ladegleichrichters, die Überlastschutzeinrichtungen im Falle eines Kurzschlusses auszulösen ist begrenzt. Das kann dazu führen, dass ein möglicher Kurzschluss wegen der Strombegrenzung des Ladegleichrichters nicht abgeschaltet wird.

Sind unterbrechungsfreie Wechselstromversorgungen sehr hoher Verfügbarkeit gefordert, sind schnelle automatische Umschalteneinrichtungen zwischen dem Wechselrichter und einer alternativen Wechselstromversorgung³⁾, z. B. ein Transformator oder ein Regeltransformator mit einem einfachen Schalter oder Umschalterschütz, vorzusehen.

Anforderungen an und Empfehlungen für Batterien und Batterieladegeräte sind entsprechend 6.2 anzuwenden.

Die Auslegung des Wechselrichters hat die folgenden Bedingungen in Ergänzung zur Summe der gesamten Auslegungsleistung zu berücksichtigen:

- die Spannungsregelung während des Ausfalls der Einspeisung aus dem zugehörigen Netzanschluss und bei Rückkehr der Einspeisung hat die Ausgangsspannung des Wechselrichters innerhalb zulässiger Grenzen zu halten;
- der Wechselrichter muss in der Lage sein, nichtlineare Verbraucher zu versorgen;
- der Wechselrichter muss in der Lage sein einen Systemfehler auf seiner Ausgangsseite abzuschalten, ohne dass dadurch eine Umschaltung auf das speisende Wechselstromnetz erforderlich ist und mit einem vorab definierten zulässigen Spannungseinbruch.

Der Wechselrichter ist so auszulegen, dass ein daraus maximal erwarteter Spannungsanstieg auf der Gleichstromeinspeisung zum Ansprechen der Schutzeinrichtung des Wechselrichters führt.

Um eine schnelle Umschaltung sicherzustellen, sind die Wechselrichter synchron zu dem den vorgeschalteten Gleichrichtern versorgenden Wechselstromnetz bei Normalbetrieb zu betreiben. Die Umschalteneinrichtung hat der maximal sich einstellenden Spannung, die in dem die Gleichrichter versorgenden Wechselstromnetz auftreten kann, standzuhalten. Die Umschalteneinrichtung ist mit einer eigenen Regelung auszustatten, die nicht durch Fehler in der Wechselrichter-Regelung beeinflusst werden kann.

Beispiele von Spezifikationen für Wechselrichter und Parallelschalteneinrichtungen (en: bypass) können [Anhang A](#) entnommen werden.

6.4 Unterbrechungsfreie Stromversorgung

Eine unterbrechungsfreie Wechselstromversorgung kann durch eine USV-Gerät (unterbrechungsfreie Stromversorgung) sichergestellt werden. Ein USV-Gerät ist normalerweise eine Anordnung von Batterieladegerät und einem Wechselrichter mit angeschlossener Batterie.

Anforderungen und Empfehlungen für Batterien und Batterieladegeräte sind in 6.2 und für Wechselrichter und Parallelschalteneinrichtungen und in 6.3 enthalten.

6.5 Umformer^{N3)}, eingesetzt zur Spannungsstabilisierung

Um elektronisches Gerät mit Strom zu versorgen, können zwischengeschaltete DC/DC-Wandler verwendet werden. Die Eingangsseite dieser DC/DC-Wandler werden an die Ausgangsseite der unterbrechungsfreien Gleichstromversorgung angeschlossen. Diese DC/DC-Wandler können Verbraucher oder Verbrauchergruppen mit einer geregelten Spannung versorgen, die einen Nennwert ungleich der Spannung der unterbrechungsfreien Gleichstromversorgung haben, um:

- die Ausgangsspannung in Abhängigkeit der Belastung und dem Ladezustand der Batterie zu stabilisieren;

³⁾ Ist die alternative Stromversorgung zugeschaltet, werden Störungen vom Wechselstrom-Ausgangsschalter auf die unterbrechungsfreie Stromschiene übertragen und können einen negativen Einfluss auf die versorgten Verbraucher haben (wie zum Beispiel leittechnisches Gerät).

^{N3)} Nationale Fußnote: Für die im Englischen benutzten Begriffe für DC/DC-Converter und AC/DC-Converter gibt es in Deutschland unterschiedliche Bezeichnungen. DC/DC-Converter werden zum Beispiel auch DC/DC-Wandler oder „Gleichstromsteller“ genannt. Für AC/DC-Converter gibt es kein dem Wort „Gleichstromsteller“ vergleichbaren Begriff. In der vorliegenden Norm wird deshalb jeweils die Kombination DC/DC und AC/DC gemeinsam mit dem Wort Wandler verwendet.

- die Spannungsebene der speisenden Quelle an die der Verbraucher anzupassen.

Solche Wandler können entweder im Gleichstromsystem oder in dem Einspeiseschalter des entsprechenden Reglerschranks installiert sein.

Es gelten die anzuwendenden Anforderungen und Empfehlungen für Umformer, enthalten im 6.3. Ein Beispiel einer Spezifikation für Umformer kann [Anhang A](#) entnommen werden.

6.6 Leittechnikstromversorgung unter Anwendung von DC/DC- und AC/DC-Wandler

Leittechniksysteme sind oft mit DC/DC- oder AC/DC-Wandlern ausgestattet. Diese Wandler passen die Spannungsebene an und versorgen das Leittechnik-Gerät mit Energie.

Der Wandler wird von einer statischen unterbrechungsfreien Stromversorgung versorgt und beinhaltet einen Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode (soweit anwendbar), Transformator, Gleichrichter und Filter am Ausgang. Der Wandler stellt über den installierten Transformator eine galvanische Trennung der Leittechnikstromversorgung sicher.

DC/DC- und AC/DC-Wandler können zugeordnete Leittechnikschränke oder Gruppen von Leittechnikschränken versorgen. Die DC/DC- und AC/DC-Wandler sind ausreichend leistungsstark auszuführen, um die angeschlossenen Verbraucher unter spezieller Berücksichtigung von Schutzeinrichtungen versorgen zu können.

Es gelten die anzuwendenden Anforderungen und Empfehlungen für Batterien und Gleichrichter entsprechend 6.2 und für Wechselrichter entsprechend 6.3. Ein Beispiel einer Spezifikation für DC/DC-Wandler kann [Anhang A](#) entnommen werden.

6.7 Auslegung zur Beherrschung von Alterungseffekten

Alterungsmechanismen, die elektrische Geräte nennenswert beeinflussen können und Maßnahmen, die diese Effekte erkennen können, sind bei der Auslegung zu berücksichtigen. Dies beinhaltet die Kenntnis relevanter Alterungsphänomene. Alterungseffekte sind in den meisten Fällen die Folge von Wärme und Strahlung.

Wartungsprogramme, Überwachungsprogramme und Alterungsmanagement-Programme haben Maßnahmen zu enthalten, jede Tendenz in Richtung Schwächung (Alterung) festzustellen, die dazu führen könnte, dass Gerät nicht mehr in der Lage ist, seine erforderliche Funktion auszuführen.

ANMERKUNG Insbesondere sind die Wiederkehrenden Prüfungen von Batterien zur Überwachung des Abfalls der Batteriekapazität und die begrenzte Lebensdauer von Kondensatoren zu berücksichtigen.

Die qualifizierte Lebensdauer sicherheitstechnisch wichtiger Komponenten, ist für die jeweils gegebenen Umgebungsbedingungen zu bestimmen.

7 Anforderung an Verteilersysteme

7.1 Eigenschaften der Systeme

Das Verteilungssystem ist für redundante Einspeisungen auszulegen und es hat jeden Verbraucher kontinuierlich innerhalb der spezifizierten Toleranzen für Spannung, Wellenform und Frequenz unter allen Einspeisebedingungen zu versorgen.

Der Querschnitt der Verdrahtung jedes abgesicherten Abzweigs ist so zu wählen, dass der konstante Spannungsabfall auf höchstens 5 % begrenzt ist. Der Spannungsabfall zwischen Batterieladegleichrichter/Batterie oder Wechselrichter und den Sammelschienen der Verteilung hat vernachlässigbar zu sein.

Unter normalen Betriebsbedingungen, ist das Gleichstromverteilungssystem mit der Batterie und dem Batterieladegleichrichter zu verbinden. Das unterbrechungsfreie Wechselstrom-Verteilungssystem ist vom Wechselrichter zu versorgen und einer Ersatzstromversorgung (siehe 6.3, wenn dies empfohlen ist), die vorbereitet

ist, die Stromversorgung mit minimierter Unterbrechungszeit zu übernehmen. Wenn eine Umschaltung eingetreten ist, hat die Rückschaltung auf die Stromversorgung des Wechselrichters automatisch zu erfolgen nachdem dieser die Stromversorgung wieder übernehmen kann. Die Dauer der Rückschaltung hat geringer zu sein, als die durch die angeschlossenen Verbraucher tolerierte Unterbrechungszeit.

Ein Parallelbetrieb von Batterien unterschiedlicher Divisionen sollte unter normalen Betriebsbedingungen vermieden werden. Jedwede Anwendung von Parallelbetrieben aus unterschiedlichen Divisionen ist nur zulässig, wenn dadurch das Potenzial eines Fehlers gemeinsamer Ursache hinreichend gering ist. Solche Verbindungen sind zu überwachen und zu begründen.

7.2 Zuordnung der Verbraucher

Die Verbraucher sollten den geeignetsten Wechsel- oder Gleichstromquellen in Abhängigkeit von den jeweils einzuhaltenden Anforderungen zugeordnet werden.

Im Rahmen der Auslegung sollte eine Liste aller Verbraucher erstellt werden, die Angaben über die jeweilige sicherheitstechnische Wichtigkeit enthält. Die Anforderungen an jeden Verbraucher sind zu kennzeichnen. Dies schließt ein, Spannung, Nennstrom, Einschaltstrom, Cosinus Phi, Lastprofil mit erforderlicher Leistung, Wechsel- oder Gleichstromanschluss und zulässige Schwankungen der Stromversorgung. Für jeden Verbraucher ist die maximal zulässige Unterbrechungszeit zu bestimmen.

ANMERKUNG Lastflussstudien können IEC 62855 entnommen werden.

Alternative Arten von Verteilersystemen, die auch von dieser Norm abgedeckt sind, sind in den Bilder 2 und 3 enthalten.

Nicht sicherheitstechnisch wichtige Verbraucher, die eine unterbrechungsfreie Stromversorgung benötigen, sind in 8.5 beschrieben.

7.3 Elektrische Gesichtspunkte

Die Standardspannung der Gleichstromversorgungen, ist so zu wählen, dass ein großer Teil unterschiedlicher Verbraucher dadurch versorgt werden kann. Die Anzahl unterschiedlicher Spannungsebenen ist jedoch zu minimieren, um das Verteilersystem einfach und übersichtlich zu halten. Einzelne Verbraucher können, falls erforderlich, durch einen eigenen Umformer versorgt werden, um seinen Anschluss an die Standardspannung zu ermöglichen. Empfohlene Spannungsebenen können IEC 60038 entnommen werden.

Die Eigenschaften der Gleichspannungsversorgungen, die für die verschiedenen Verbraucher erforderlich sind, sind in der Festlegung der Ausgangswerte ihrer Versorgungssysteme mit Sicherheitsbeiwerten auszuführen, um folgende Abweichungen zulassen zu können:

- Störungen während des Betriebs;
- Absenkung der Spannung zwischen dem Verbraucher und dem Netz;
- Batteriespannung während der Ladeerhaltung;
- Batterie-Spannungsabsenkung während der Entladung.

Die Eigenschaften der Wechsellspannungsversorgungen, die für die verschiedenen Verbraucher erforderlich sind, sind in der Festlegung der Ausgangswerte ihrer Versorgungssysteme mit Sicherheitsbeiwerten auszuführen, um folgende Abweichungen zulassen zu können:

- Störungen während des Betriebs;
- Absenkung der Spannung zwischen dem Verbraucher und dem Netz.

In Fällen einer Drehstromversorgung, sind die Verbraucher hinreichend ausgeglichen auf die drei Außenleiter zu verteilen.

Die Auslegung des elektrischen Schutzsystems kann einen wesentlichen Einfluss auf die Verfügbarkeit der Versorgung einzelner Verbraucher im Falle eines Fehlers im System haben. Das elektrische Schutzsystem ist in 9.3 beschrieben.